

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. Н.С. КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
первой научно-практической конференции
для школьников
«Неорганическая химия и материаловедение:
поколение NEXT»

ИОНХ РАН
19 декабря 2019 года

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Авдалян С.</i> Разделение смеси аминокислот методом тонкослойной хроматографии	5
<i>Алиева Н.М.</i> Фитохимический анализ лекарственного растительного сырья Монарда двойчатая, лат. <i>Monarda didyma l.</i>	8
<i>Баравиков Д.Е., Луценко И.А.</i> Синтез и структура комплексов состава $[Zn_2Fur_4L_2]$ ($L = Py, 4-PhPy$)	10
<i>Боброва Д.В.</i> Получение и свойства наночастиц берлинской лазури	13
<i>Болотова Д.В., Аллахвердова А.С.</i> Влияние морфологии электролитного слоя на свойства актуатора	16
<i>Васильченко С.В.</i> Материалы на основе терморасширенного графита с различной степенью гидрофобности поверхности	18
<i>Денисова Е.В.</i> Получение сорбента на основе терморасширенного графита, модифицированного ферритами.	21
<i>Клепинина В.С.</i> Исследование процесса роста дендритов меди	24
<i>Кравцов И.Д., Баранова В.А., Румянцев А.А.</i> Синтез нанокристаллического оксида вольфрама в присутствии глутаминовой кислоты в гидротермальных условиях.	27
<i>Криштопа Е.Д.</i> Исследование биологических жидкостей с помощью цифровой лаборатории RELAB	29
<i>Махин А.П., Колос А.В., Скабицкий И.В.</i> Синтез и строение комплексов лантаноидов на основе 1,3-диметилимидазолий-4-карбоксилата	32

<i>Мишенина А.А., Луценко И.А.</i> Нетривиальные типы структурной организации пивалатов {Fe ^{III} -Eu ^{III} }	34
<i>Мураховский В.Э., Белошапка С.О.</i> Определение устойчивости к высокотемпературному окислению на воздухе никелевых и никель-кобальтовых сплавов . .	36
<i>Новикова В.А., Зорина-Тихонова Е.Н., Вологжанина А.В., Еременко И.Л.</i> Синтез и строение полимеров 3d-металлов (Cu ^{II} , Co ^{II} , Mn ^{II}) с анионами аллил- и циннамилиденмалоновой кислот и мостиковыми п-донорными лигандами	39
<i>Падучин А., Исбендиярова С.</i> Разработка Web-приложения «Положение биогенных химических элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева» для образовательных учреждений . . .	41
<i>Петровичев А.В.</i> Синтез и исследование свойств ортотанталата и ортониобата европия.	43
<i>Пикулин И.С.</i> Синтез и исследование взаимоотношений в системе Na ₃ Gd(PO ₄) ₂ -Na ₃ Gd(VO ₄) ₂	45
<i>Родина Л.С., Двирняк А.В.</i> Синтез и исследование многофункциональных фосфатов церия (IV)	47
<i>Сайгин Д.И., Лскавян Д.Н.</i> Разработка аналога ксероформа с использованием наночастиц CeO ₂	49
<i>Тихонова В., Подосинникова К.</i> Получение терморасширенного графита, модифицированного различными металлами и их оксидами.	52
<i>Ущева А.Х.</i> Композиционный материал для очистки вод различной природы от жидких углеводородов	54
<i>Чернышев В.А., Приходченко П.В.</i> Методы получения новых материалов на основе пероксидных соединений олова	57

РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСИ АМИНОКИСЛОТ МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Авдалян Софья¹
10 класс

Научный руководитель: Шадрова О.И.¹

Научный консультант: доцент Овсянникова Л.В.²

- ¹ ГБОУ Школа № 1583 имени К.А. Керимова, 125493 Москва, Смольная ул., 25.
o.shadrova@yandex.ru, avdalyan.sofya2003@mail.ru
- ² Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119121 Москва, ул. Плушца, 57.

Изучение аминокислотного состава тканей и биожидкостей человека (сыворотки крови, мочи, спинномозговой жидкости и др.) одна из главных задач аналитической химии, клинической биохимии, медицины, токсикологии, криминалистики. Аминокислоты и их производные служат строительным материалом биологически важных веществ, в том числе белков. Кроме этого, они регулируют физиологические функции живых организмов, например, участвуют в регуляции основных нервных процессов у человека: возбуждения, торможения, сна, памяти и других. Нарушение баланса содержания α -аминокислот в тканях, органах, биожидкостях может указывать на возникновение различных патологий. Для анализа аминокислот приме-

няется высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), капиллярный электрофорез, спектрофотометрия. Эти методы сложные и дорогостоящие, а метод капиллярного электрофореза еще имеет малую чувствительность при регистрации аналитического сигнала. Мы решили использовать в нашем исследовании метод тонкослойной хроматографии (ТСХ), который имеет по сравнению с другими методами хроматографического анализа: экспрессивность, универсальность, наглядность и информативность, простота проведения, что особенно актуально для школьников, которые только начинают знакомство с различными методами анализа биологически важных веществ.

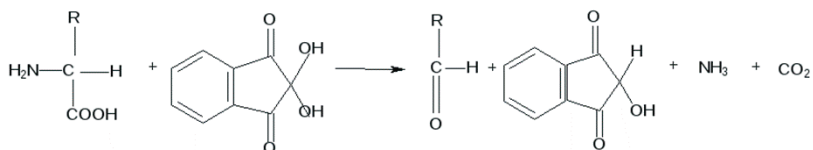
Цель: Обнаружение аминокислот методом ТСХ и изучение их свойств.

Задачи

1. Изучить с помощью литературных источников различные виды анализа аминокислот и обосновать выбор метода анализа для проведения эксперимента.
2. Подбор условий для хроматографического разделения аминокислот.
3. Провести разделение смесей аминокислот методом ТСХ (идентификацию) и определение степени разделения (R_f) аминокислот на кафедре аналитической, физической и коллоидной химии МГМУ им. Сеченова.
4. В ходе ТСХ познакомиться со способами обнаружения аминокислот.

Этапы работы

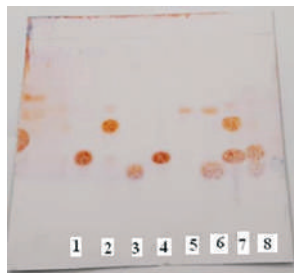
1. Приготовление растворов аминокислот.
2. Подготовка подвижной фазы: бутанол — уксусная кислота — вода (4 : 1 : 1), время насыщения 1,5–2 часа.
3. Подготовка к хроматографированию: на пластинках для тонкослойной хроматографии «TLC Silica gel 60» (20×20) провели линию старта. На стартовую линию нанесли капилляром растворы аминокислот и смесей аминокислот. Повторили дважды, подсушивая пластинку между нанесением.
4. Размещение пластинки в хроматографической камере.
6. Проведение качественной реакции на аминокислоты: пластинку пинцетом вынули из камеры, отметили линию фронта растворителя, подсушили пластинку и обработали из пульверизатора 0.2% раствором нингидрина в ацетоне в камере для распыления.



7. Проявка хроматограммы: отметили характерную окраску пятен раствором нингидрина.
8. Расчет величины R_f для аминокислот.

$$R_f = l/L$$

где l — расстояние пройденное веществом, L — расстояние, пройденное растворителем.



Аминокислота	R_f	Цвет пятна после обработки 0,2% раствором нингидрина
Аланин	0,41	Красный
Валин	0,55	Оранжевый
Глицин	0,31	Желто-оранжевый
Глутаминовая кислота	0,38	Красно-оранжевый
Тирозин	0,62	Красный

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МОНАРДА ДВОЙЧАТАЯ, лат. *Monarda didyma* L.

Алиева Н.М.¹

11 класс

Руководители проекта: Шадрова О.И.¹, Джафарова Л.М.¹
Консультант: к.фарм.н. Боков Д.О.²

¹ ГБОУ Школа № 1583 имени К.А. Керимова, 125493 Москва, Смольная ул., 25.

o.shadrova@yandex.ru, nurlana01@icloud.com

² Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119121 Москва, ул. Плуцшица, 57.

Актуальность: Натуральные препараты все сильнее завоевывают фармацевтическую индустрию, не уступая по качеству и биологическому действию активных компонентов. Натуральные средства ста-

новятся предметом выбора все большего количества людей, делающих предпочтение в пользу растительных и безопасных средств.

Гипотеза: Мы предполагаем, что в сырье данного растения мы обнаружим важные органические соединения.

Цель работы: Определение некоторых показателей подлинности лекарственного растительного сырья, используемого в традиционной медицине и обоснование актуальности его применения в официальной.

Задачи

- Научиться технике микроскопического анализа растительных объектов.
- Научиться постановке химического эксперимента.
- Научиться работе в химической лаборатории.
- Научиться анализировать научную литературу.
- Научиться правильно оформлять ссылочный аппарат.
- Научиться делать выводы на основе литературных и экспериментальных данных.
- Ознакомиться с требованиями нормативной документации (Государственной фармакопеей РФ 13-го издания) к определению подлинности и доброкачества лекарственного растительного сырья.
- Изучить внешние признаки ЛРС (Лекарственно-растительное сырьё) Монарда двойчатая.
- Изучить микроскопические признаки ЛРС Монарда двойчатая.

- Методом качественных реакций определить химический состав БАС (Биологически активные соединения) изучаемого ЛРС.
- Подтвердить/ дополнить данные литературы.

Объекты исследования

Высушенные листья и стебли Монарды двойчатой. Лекарственным сырьем всех видов является надземная часть. Её срезают в самом начале цветения. В этот период растения очень душистые, а объясняется это высоким содержанием эфирного масла. Сырье сушат в тени в хорошо проветриваемом помещении.

СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСОВ СОСТАВА $[Zn_2FUR_4L_2]$ (L = PY, 4-PHPY)

Баравиков Д.Е.^{1,2}, Луценко И.А.²
11 класс

Руководитель работы: к.х.н., с.н.с. Луценко И.А.²

¹ ГБОУ школа на Юго-Востоке имени маршала В. И. Чуйкова, 109457 Москва, улица Зеленодольская, д. 32, корпус 6.
dbbaravikov@gmail.com

² ИОНХ РАН, 119991 Москва, Ленинский пр., 31.
irinalu05@rambler.ru

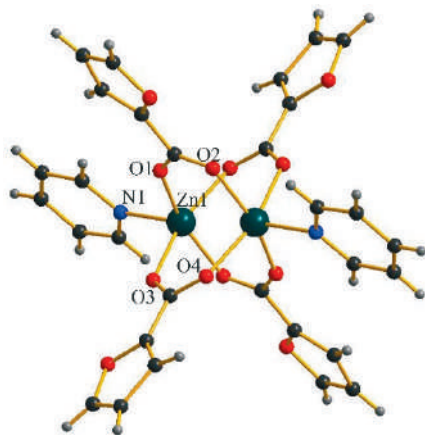
По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), несмотря на снижение смертности от ту-

беркулеза в 2018 году, он остается самой смертоносной инфекционной болезнью в мире (отчет организации Global Tuberculosis, Report 2018, 18.09.2018) [1]. По мнению ведущих специалистов нашего времени, использование координационных соединений дает надежду на решение многих проблем, имеющих отношение к процессу создания противотуберкулезных препаратов нового поколения. Поэтому создание координационных соединений, обладающих биологической активностью, является актуальным для клинической медицины, биологии, координационной химии и биохимии. Приобретение биологически активных свойств комплексом обусловлено входящими в состав соединения лигандами. Одним из таких лигандов является α -фурановая кислота (HFur). Установлено [2, 3], что комплексы с ионами Fe(III) и Co(II), связанными анионами биологически неактивной α -HFur, проявляют активность *in vitro* против *Mycobacterium tuberculosis* H₃₇Rv.

Целью данного исследования является разработка метода синтеза комплексов Zn с анионами α -HFur и N-донорными основаниями пиридином (Py), 4-фенилпиридином (PhPy), определение структуры и предполагаемой противотуберкулезной активности *in vitro* в отношении модельного непатогенного штамма *Micobacterium Smegmatis*.

В качестве исходного соединения была взята соль $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$ ($\text{pK}_a = 4.76$) и введена во взаимодействие с HFur ($\text{pK}_a = 3.16$) и Py / PhPy. В результате ионного обмена все ацетатные остатки были заменены на анионы Fur. Полученные молекулярные комплексы

состава $[Zn_2Fur_4L_2]$ ($L = Py$ (1), 4-PhPy(2)) имеют единый план строения (рис. 1) — биядерная молекула, к которой координируются 4 аниона Fur и по одной молекуле основания к каждому атому металла. Все гетероциклы, входящие в состав молекулы, попарно лежат в одной плоскости, образуя «пропеллер». Полученные соединения будут определены на биологическую активность в отношении *M. Smegmatis*.



Молекулярная структура 1

Ссылки

1. Melnic S.; Prodius D., Stoeckli-Evans H., Shova S., Turta C. // Europ. J. Med. Chem., 2010. V. 45. P. 1465–1469.
2. Melnic S., Prodius D., Simmons Ch. // Inorg. Chim. Acta, 2011. V. 373. P. 167–172.
3. Global tuberculosis report 2014, WHO Press, Geneva. 2015. 171 p.

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ БЕРЛИНСКОЙ ЛАЗУРИ

Боброва Д.В.

7 класс

Руководители работы: Чопорова Ж.В.

ГБОУ Школа № 1575, 125319 Москва, ул. Усиевича, д. 6.

В ходе работы были получены наночастицы берлинской лазури в виде коллоидного раствора и на поверхности ткани. Выделен красящий пигмент и определены размеры наночастиц берлинской лазури. Исследовалась кинетика реакции разложения перекиси водорода под воздействием берлинской лазури, а также исследовалась возможность получения цветных золь при синтезе гексацианоферрата калия.

Раньше берлинская лазурь использовалась как пигмент в живописи. Сейчас нано частицы берлинской лазури используются в качестве фильтра для очистки воды от радиоактивного цезия. А недавние открытия учёных МГУ показали, что эти наночастицы могут быть использованы в медицине. Тема достаточно актуальна.

Таким образом, целью данной работы является получение наночастиц берлинской лазури при синтезе гексацианоферрата калия и хлорида железа и дальнейшем выделении синего пигмента. Методом седиментации определён размер полученных частиц —

0,2 мкм. С помощью спектрометра получены спектрограммы синего раствора наночастиц берлинской лазури.

Было проведено исследование кинетики реакции разложения перекиси водорода берлинской лазурью и сделаны выводы об эффективности данной реакции. Перекись водорода накапливается при некоторых заболеваниях в клетках организма и ведёт к разрушению мембраны клетки. Наше исследование показало, что наночастицы могут быть успешно использованы также, как и фермент каталаза, что приведёт к их использованию в медицине. Такие наночастицы называются нанозимы.

Также проведён синтез гексацианоферрата калия с солями никеля и кобальта и получены золи жёлтого, красного и фиолетового цвета. Такие золи можно использовать в технике струйной печати.

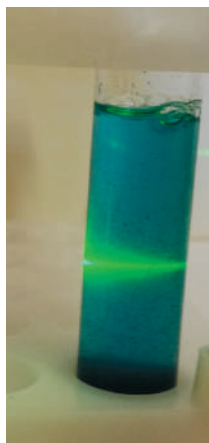
Ссылки

1. Щербаков А. Б., Иванов В. К. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям. М.: Издательство Московского Университета, 2019.
2. Зимон А. Д. Занимательная коллоидная химия. М.: Издательство ЛЕНАНД, 2017.
3. Наночастицы берлинской лазури оказались лучше хрена, электронный ресурс об открытии химиков МГУ, https://chr.dk.ru/news/nanochastitcy-berlinskoi-lazuri-okazalis-luchshe-khrena?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop. Дата обращения: 10.06.2019.

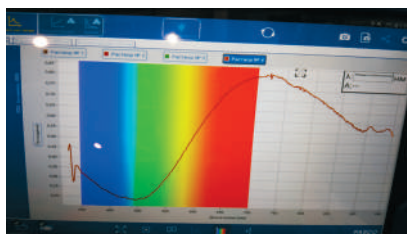
Фотографии исследований



Золь наночастиц берлинской лазури



Эффект Тиндаля



Спектрограммы поглощения раствора



Гексацианоферраты (золи и на ткани)

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО СЛОЯ НА СВОЙСТВА АКТУАТОРА

Болотова Д.В.¹, Аллахвердова А.С.¹
10 класс

Руководитель работы: Шачнева С.С.²

¹ ГБОУ Лицей 1502, 111555 Москва, ул. Молостовых, 10А.

² МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, химический факультет.

Аннотация: мы исследовали влияние добавки на морфологию мембраны на основе ПВДФ. Установили, как разные добавки влияют на размер и морфологию пор.

Ключевые слова: мембрана, морфология, пористость.

Сегодня широко используют технологии и конструкции на основе «умных материалов». Примером такой технологии являются электроактивные механические преобразователи (актуаторы). Мембраны же используются как матрица электролитного слоя для них. Также они могут быть использованы как различные фильтры.

Целью данной работы является исследование влияния добавки на морфологию мембраны. В качестве основного полимера был выбран поли(винилиденфторид) (ПВДФ), так как из литературы известно, что он устойчив как химически, так и термически, а также из

него получают эластичные пленки. В качестве материалов добавок были выбраны полимеры разной структуры и низкомолекулярное соединение. Предполагалось, что от размера молекул и гидрофобных свойств добавки будет зависеть морфология конечной пленки.

Мембрана — это избирательно проницаемая пленка. Один из способов получения однородных микропористых мембран заключается в инверсии фаз. Состав исходного раствора мы подбирали так, чтобы при определенной температуре ПВДФ образовывал твердую фазу прежде, чем это произойдет с веществом-добавкой. В качестве добавок — полиэтиленгликоль (ПЭГ40000 и ПЭГ3000), поли(1-винил-3-метилимидазолияметилсульфат) ПИЖ, поливинилпирроллидон (ПВП). Мы приготовили раствор смеси ПВДФ и добавок, дегазировали их, и полученный раствор высушивали в чашке Петри при температуре 80 °С. Затем вымывали из мембранного слоя добавку, таким образом получая пористую пленку.

Пористость мембраны, а также наличие закрытых пор, проверяли двумя способами: с помощью электронной микроскопии, а также с помощью измерения количества вымытой добавки. Микрофотографии также показывают однородность пористой структуры.

Структура мембраны на основе ПЭГ 40000 представляет собой соединенные друг с другом шарики ПВДФ, пространство между которыми занимает добавка. Но эти шарики получились крупнее, чем у мембраны на основе ПЭГ 3000. Из-за полученной структуры обе мембраны хрупкие и легко рвутся и ломаются.

На обеих поверхностях мембраны на основе ПИЖ образовались равномерные отверстия. На нижней поверхности образовалась небольшая пленка. Посмотрев мембрану в разрезе, мы можем увидеть, что она получилась пористая. Средний размер пор порядка 20–50 мкм.

Добавка ПВП не подходит для изготовления мембраны, так как в этом случае образовалась наноструктурированная двухфазная система, и ПВП невозможно было вымыть растворителем.

Следовательно, ПИЖ лучше всего подходит для изготовления мембраны.

МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ГИДРОФОБНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ

Васильченко С.В.¹

11 класс

Научные руководители: Кусайло Г.Г.¹,
доцент, к.х.н. Максимова Н.В.², м.н.с. Иванов А.В.²

¹ ФГКОУ МКК Пансион воспитанниц МО РФ, 125284 Москва, ул. Поликарпова, д. 21. bliznetcovagala@mail.ru

² МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, химический факультет

Благодаря своей уникальной структуре, развитой макропористости и удельной поверхности терморасширенный графит (далее — ТРГ) нашел множество применений. Особенностью ТРГ является способность без связующего прессоваться в компакты различной плотности. Высокоплотные компакты (графитовая фольга) применяются для создания уплотнительных материалов. Благодаря своей термостойкости уплотнительные материалы из графитовой фольги используются в нефтехимической промышленности, атомной и тепловой энергетике, для уплотнения таких сред как жидкие углеводороды, вода, перегретый пар. Одним из свойств, позволяющим герметизировать жидкие среды является гидрофобность/гидрофильность поверхности. Варьируя гидрофобность материала, можно уменьшать водопоглощение или поглощение углеводородов и, соответственно, улучшать герметичность по отношению к жидкости. Таким образом, тема работы посвящена получению материалов на основе ТРГ с различной степенью гидрофобности поверхности.

Цель работы — получение материала на основе терморасширенного графита с варьируемой гидрофобностью поверхности. Для достижения поставленной цели сформулированы задачи, которые включают (1) получение интеркалированных соединений графита различных ступеней и их гидролиз; (2) получение ТРГ и спрессованных материалов на его основе; (3) модификация полученных материалов добавками на основе кремний органических соединений; (4) изме-

рение водопоглощения и сорбционной емкости по отношению к органическим растворителям для полученных материалов.

Для получения ТРГ проведены несколько последовательных стадий. На первой — синтез бисульфата графита при взаимодействии природного кристаллического графита с серной кислотой в присутствии окислителя, дихромата калия. В ходе данного синтеза происходит внедрение анионов кислоты в межслоевое пространство графита. Далее проводится гидролиз бисульфата графита, при котором происходит удаление большей части кислоты из графитовой матрицы с образованием окисленного графита. Затем — термообработка окисленного графита с образованием ТРГ. Полученный ТРГ прессуется в графитовую фольгу (далее — ГФ). После этого осуществляется пропитка ГФ в растворах тетраэтоксисилана ($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$) и дихлорметилфенилсилана ($\text{CH}_3\text{SiCl}_2\text{C}_6\text{H}_5$) с добавлением $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. При пропитке происходит конденсация силана и его осаждение на поверхности ГФ. Образующееся кремнийсодержащее покрытие обладает гидрофобными свойствами, в связи с чем заметно увеличивается гидрофобность поверхности ГФ.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ФЕРРИТАМИ

Денисова Е.В.¹

11 класс

Руководитель работы: м.н.с. Иванов А.В.², Кусайло Г.Г.¹

¹ ФГКОУ МКК Пансион воспитанниц МО РФ, 125284
Москва, ул. Поликарпова, д. 21. *bliznetcovagala@mail.ru*

² МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские
горы, д. 1, химический факультет

Проблема ликвидации разливов нефти актуальна многие годы для всего мира с момента появления нефтяной промышленности, и эта тема до сих пор привлекает внимание экологов. Нефтяной разлив, даже небольших объемов может служить причиной смерти для огромного количества животных. На сегодняшний день известно много способов ликвидации нефтяных разливов, но сложность в том, что большинство из них являются дорогостоящими и сложными в исполнении. Применение сорбентов на основе пенографита, макропористого углеродного материала, является одним из менее дорогостоящих и наиболее эффективных способов очистки от нефтепродуктов. Введение в пенографит магнитной компоненты позволяет придать материалу магнитные свойства и удалять сорбент с места разлива с помощью магнитного поля.

Целью работы стало получение магнитного сорбента на основе пенографита, модифицированного ферритом кобальта, и изучение его сорбционных свойств. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи, включающие получение пенографита, содержащего феррит кобальта, при 1000 °С, изготовление компактов на его основе с разной плотностью, изучение сорбционных свойств компактов по отношению к нефти и к воде.

На первом этапе работы проводилось интеркалирование природного графита серной кислотой в присутствии дихромата калия. В процессе интеркалирования был получен бисульфат графита 1-й, 2-й и 3-й ступени. Номер ступени — это количество графитовых слоев между двумя ближайшими слоями интеркалята. Номер ступени уменьшается при увеличении степени окисления графита и количества внедренного вещества. Далее проводились гидролиз бисульфата графита с образованием окисленного графита и пропитка окисленного графита водными растворами солей кобальта 2+ и железа 3+. Пропитка сопровождается осаждением данных солей на поверхности частиц окисленного графита.

Была проведена термообработка пропитанного окисленного графита. При нагреве окисленный графит значительно расширяется с образованием пенографита. Соли на поверхности окисленного графита разлагаются с образованием феррита кобальта CoFe_2O_4 . Благодаря наличию магнитной компоненты, пенографит, содержащий частицы CoFe_2O_4 , способен

притягиваться к магниту. Это позволяет использовать его в качестве магнитного сорбента. Также было показано, что пропитка окисленного графита на основе бисульфата графита 1-й ступени приводит к увеличению содержания феррита кобальта в полученном пенографите, что увеличивает его магнитные свойства.

На последнем этапе проводилось изучение сорбционных свойств пенографита и компактов на его основе: в процессе прессования были получены графитовые компакты разной плотности. Дальше были исследованы сорбционные свойства графитовых компактов по отношению к нефти и к воде. При повышении плотности пенографитовых таблеток, уменьшаются их сорбционная емкость, при этом номер ступени практически не влияет на сорбционные свойства графитовых компактов. Компакт плотностью $0,03 \text{ г/см}^3$, полученный из бисульфата графита 1-й ступени, является наиболее подходящим для практического применения, так как он обладает максимальной сорбционной емкостью по отношению к нефти (20 г/г) в сравнении с водопоглощением и наилучшими магнитными свойствами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОСТА ДЕНДРИТОВ МЕДИ

Клепинина В.С.

7 класс

Руководители работы: Чопорова Ж.В.

ГБОУ Школа № 1575, 125319 Москва, ул. Усиевича, д. 6.

В ходе работы были получены дендриты меди при электрохимическом замещении на поверхности металлической фольги из алюминия. Исследовалась методика получения ветвистых дендритов. Определены оптимальные условия получения, снят видеофильм роста дендрита. Проведено сравнение с природными фрактальными структурами растений. Дендриты меди широко применяются в технике, а методики выращивания медных дендритов используют при нанесении на стекло супергидрофобных покрытий. Это обуславливает актуальность выбранной темы исследования.

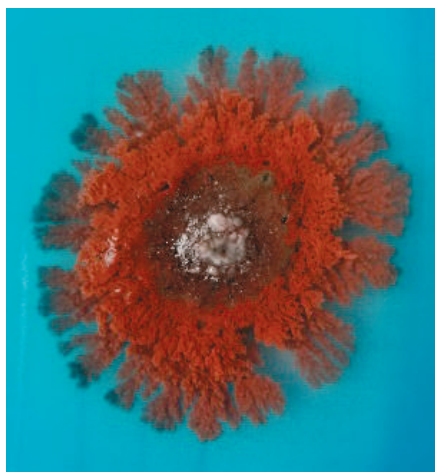
Целью данной работы является исследование технологии выращивания медного дендрита при электрохимическом замещении алюминия [1]. Дендриты можно получить в процессе реакции замещения ионов металла и восстановлении металлической меди. Способность металла переходить в раствор в виде ионов, а также восстанавливаться из ионов до металла на электроде характеризуется стандартным электродным потенциалом. У алюминия он меньше, чем

у меди, поэтому алюминий отдаёт электроны, а медь получает и восстанавливается на границе сред алюминий-медь. На всём дендрите во время восстановления остаётся фиксированный потенциал.

Были проведены четыре эксперимента. В первом — в раствор сульфата меди опустили железную пластинку, которая в течение 3 часов покрылась тонкой медной плёнкой. Вторым экспериментом проведён в высоком сосуде: в раствор медного купороса добавили поваренную соль и сверху положили фольгу из алюминия, в течение часа выросли свисающие вниз древоподобные кристаллы меди. Чтобы замедлить процесс и получить мелкие красивые «веточки» дендритов меди, в третьем эксперименте добавили агар-агар для вязкости. Взяли низкий сосуд, и в раствор агар-агара, сульфата меди и поваренной соли положили по центру шарик из алюминиевой фольги. Выращивали дендриты в течение шести часов, засняли процесс на видео. В четвертом эксперименте взяли то же самое, что и в третьем, но шарик не углубляли, под сосуд положили миллиметровку для измерения длины структур. Получились красивые двухслойные дендриты. Данные обобщили в таблице, столбцы которой содержат фотографии, время, длину веточки дендрита.

Самым маленьким уровнем структуры дендрита является наночастица. Сначала появляются наночастицы меди на поверхности фольги, они самоорганизуются в крупные образования- кластеры, а затем возникают красивые фрактальные (подобные класте-

ру) структуры. Фрактальные размерности структур можно вычислить по формулам [2].



Дендриты меди

Также были изучены и зафотографированы природные фрактальные структуры: папоротник страусник, папоротник адиантум, араукария, сосенка полевая и др.

Сравнение показало сходство с дендритами меди.

Ссылки

1. Щербаков А. Б., Иванов В. К. Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям. М.: Издательство Московского Университета, 2019.
2. Жуков А. В. О числе пи. М.: Издательство МЦНМО, 2019. (Формула фрактальной размерности.)

СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ОКСИДА ВОЛЬФРАМА В ПРИСУТСТВИИ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Кравцов И.Д.¹, Баранова В.А.¹, Румянцев А.А.²

¹ ГБОУ Школа № 1056, Москва, Россия

² ИОНХ РАН, Москва, Россия

Триоксид вольфрама находит применение в различных областях науки и промышленности, используется в получении красителей, сенсоров и катализаторов [1]. Свойства материалов на основе наночастиц данного соединения зависят от методики синтеза, условий, и, соответственно, морфологии полученных частиц.

В данной работе был проведен ряд гидротермально-микроволновых синтезов в присутствии глутаминовой кислоты при различных температурах и рН. Используемая методика [2] является одной из широко используемых способов получения оксида вольфрама. В результате были получены наночастицы (50-250 нм) этого соединения различного фазового состава и различной морфологии.

Данные материалы являются перспективными для разработок в области фотокатализа [3] и микробиологии [4], создания солнечных батарей на органических красителях [1].

Ссылки

1. Haidong Zheng, Jian Zhen Ou, Michael S. Strano, Richard B. Kaner, Arnan Mitchell, and Kourosch Kalantar-zadeh Nanostructured Tungsten Oxide — Properties, Synthesis, and Applications// *Adv. Funct. Mater.* 2011. T. 21. C. 2175–2196.
2. Julien R. G. Navarro, Arnaud Mayence, Juliana Andrade, Frédéric Lerouge, Frédéric Chaput, Peter Oleynikov, Lenart Bergström, Stephane Parola, and Agnieszka Pawlicka. WO₃ Nanorods Created by Self-Assembly of Highly Crystalline Nanowires under Hydrothermal Conditions// *Langmuir*, 2014. T. 30. № 34. C. 10487–10492.
3. Diana B. Hernandez-Uresti, D. Sánchez-Martínez, A. Martínez de la Cruz, S. Sepúlveda-Guzmán, Leticia M. Torres-Martínez Characterization and photocatalytic properties of hexagonal and monoclinic WO₃ prepared via microwave-assisted hydrothermal synthesis// *Ceramics International*, 2014. T.40. C. 4767–4775.
4. A.L. Popov, N.M. Zholobak, O.I. Balko, O.B. Balko, A.B. Shcherbakov, N.R. Popova, O.S. Ivanova, A.E. Baranchikov, V.K. Ivanov Photo-induced toxicity of tungsten oxide photochromic nanoparticles// *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology* 2018 T. 178 C. 395–403.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРИИ RELAB

Криштопа Е.Д.
9 класс

Руководитель работы: Куприянова Н.В.

ГБОУ Школа № 1575, 125319 Москва, ул. Усиевича, д. 6.
1575@edu.mos.ru

Цель работы: Определить с помощью датчиков лаборатории RELAB редокс-потенциал, электропроводность и рН растворов биологических жидкостей.

Задачи:

1. Изучить методику проведения эксперимента по определению показателей биологических жидкостей.
2. Исследовать биологические жидкости: газированные сладкие напитки различных марок, чай чёрный, чай зелёный, кофе растворимый, кофе зерновой, молоко.
3. Интерпретировать полученные данные.

Актуальность проводимого эксперимента

Основными процессами, обеспечивающими жизнедеятельность любого организма, являются окислительно-восстановительные реакции. Энергия, выде-

ляемая в ходе этих реакций, расходуется на поддержание гомеостаза и регенерацию клеток организма, то есть на обеспечение процессов жизнедеятельности организма. Восстановители и окислители всегда присутствуют в водном растворе, а также ионы, образовавшиеся в результате диссоциации электролитов. Каждая жидкость, которую мы пьем, имеет редокс-потенциал, значения электропроводности и pH раствора. А значит вместе с жидкостью (водой, соком, минералкой) мы получаем не только набор витаминов, минералов и микроэлементов, но и окислители и восстановители, различные ионы. И поэтому известную фразу «Ты есть то, что ты ешь» с позиций современной науки вполне правомерно заменить другим высказыванием: «Ты есть то, что ты пьешь» [1].

Методика исследования

Для исследования были взяты равные объёмы по 50 мл биологических жидкостей, наиболее употребляемые подростками. Газированные напитки марок «Фанта», «Кока-кола», «Спрайт», «Дюшес», «Барбарис». Заваренные при 100 °С и отфильтрованные растворы: чёрный чай марки «Майский чай», зелёный чай марки «Лисма», кофе растворимый «Нескафе», зерновой кофе из кофе-машины по 25 г в 100 мл каждый. Все показатели снимались в одинаковых условиях при $t = 23^{\circ}\text{C}$. Для определения величины редокс-потенциала использовали стеклянный электрод с redox функцией. Получили величины, выраженные в милливольтгах (мВ) относительно стандартного водород-

ного электрода в стандартных условиях. Электропроводность измерили датчиком электропроводности цифровой лаборатории, показатели выражены в см/м, с помощью датчика рН была изучена кислотность среды растворов биологических жидкостей.

Интерпретация, полученных результатов

Показатели датчиков были зафиксированы цифровой лабораторией RELAB как в числовом варианте, так и в виде графиков. Результаты представлены в работе в виде таблиц и графиков, в сравнительной характеристике изученных жидкостей. Влияние данных биологических жидкостей на человека рассмотрено с позиции полученных результатов.

Ссылки

1. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по химии. М.: RELAB, 2017. С. 29–30
2. Глинка Н. Л. Общая химия / Под. ред. В.А. Рабиновича. Л.: Химия, 2008.
3. Литвинова Т.Н. Основы электрохимии. Редокс-процессы и равновесия. Краснодар, 2008.

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНОИДОВ НА ОСНОВЕ 1,3-ДИМЕТИЛИМИДАЗОЛИЙ-4-КАРБОКСИЛАТА

Махин А.П.¹, Колос А.В.², Скабицкий И.В.²

Руководитель работы: Шаповалов С.С.²

11 класс

¹ ГБОУ Школа на Юго-Востоке имени маршала В.И. Чуйкова,
111033 Москва, Таможенный пр- д, 4. *modinaa@schuv.ru*

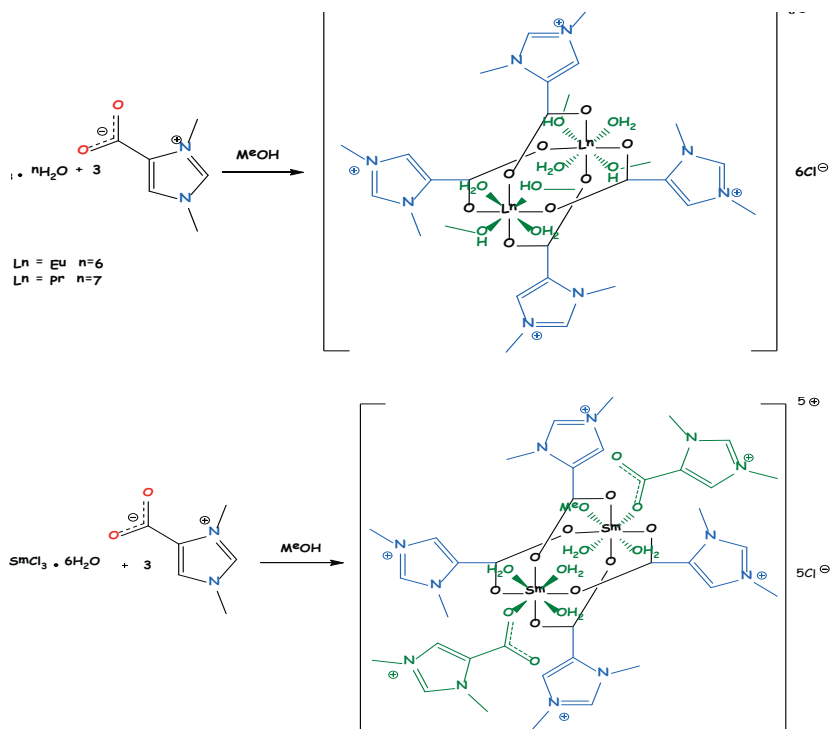
² ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, 31.
schss@yandex.ru

Люминесцентные комплексы лантаноидов используются в качестве флуоресцентных меток, визуализаторов и материалов излучателей для светодиодов (OLEDs) [1]. Многие комплексы Eu^{3+} , Sm^{3+} , Pr^{3+} показывают высокие квантовые выходы флуоресценции, но ее интенсивность во многом зависит от выбора лигандов [2].

Целью данной работы является синтез комплексов лантаноидов (Sm^{3+} , Eu^{3+} , Pr^{3+}) с 1,3-диметилимидазолий-4-карбоксилатом, плоским термодинамически стабильным сопряженным цвиттерионом.

При взаимодействии цвиттериона норзооанемонина — 1,3-диметилимидазолий-4-карбоксилата — с хлоридами самария (III) празеодима (III) и европия (III) образуются два типа кристаллов: биядерные комплексы $[\text{Ln}_2(\mu\text{-C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2)_4(\text{HOCH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_6$ ($\text{Ln}=\text{Eu}$, Pr) и димерный комплекс самария $[\text{Sm}_2(\mu\text{-C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2)$

$4(\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2)_2(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OCH}_3)]\text{Cl}_5$. Структура полученных комплексов охарактеризована РСА и подтверждена ИК-спектрами.



Схемы реакции хлоридов Eu(III), Pr(III), Eu(III) с 1,3-диметилимидазолий-4-карбоксилатом

ССЫЛКИ

1. Crosby, GA.; Whan, RE.; Freeman, J. J. J. Phys.Chem. 1962,66,2493–2499.
2. Regulacio MD, Pablico MH, Vasquez JA, Myers PN, Gentry S, Prushan M, Tam-Chang SW, Stoll SL. Inorganic chemistry. 2008 Feb 2;47(5):1512-23.

НЕТРИВИАЛЬНЫЕ ТИПЫ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПИВАЛАТОВ { Fe^{III} - Eu^{III} }

Мишенина А.А.^{1,2}, Луценко И.А.²

11 класс

Руководитель работы: к.х.н., с.н.с. Луценко И.А.

¹ ГБОУ Школа на Юго-Востоке имени маршала В.И. Чуйкова,
111033 Москва, Таможенный пр., д. 4.

annamishenina@yandex.ru

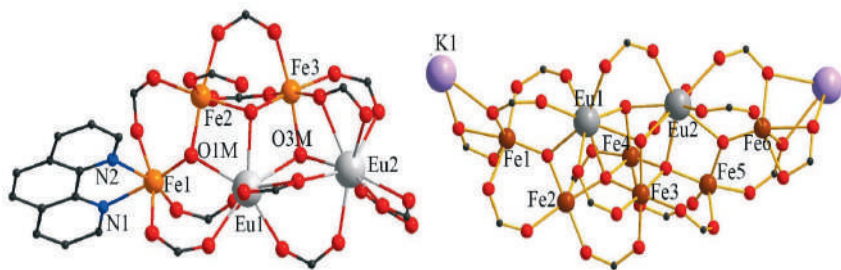
² ИОНХ РАН, 119991 Москва, Ленинский пр., 31.

irinalu05@rambler.ru

Гетерометаллические 3d-4f комплексы в настоящее время представляют интерес в связи с реализацией и изучения различных физико-химических свойств, например, направленных на понимание магнитных взаимодействий. В частности, комплексы с лантаноидами сочетают нетривиальное магнитное поведение с люминесценцией. Широк спектр их применения: являются важными компонентами для создания функциональных и многофункциональных материалов, проявляют каталитическую активность при каталитическом разложении красителей при окислении воды. Кроме того, лантаниды активно используют в медицинской практике, например, онкологии — радиоактивные изотопы применяются при диагностике и лечении опухолей ЖКТ. Поэтому, разработка методов и подходов к синтезу 3d-4f комплексов, обладаю-

щих определенными физико-химическими свойствами, представляет собой актуальную задачу.

В настоящей работе представлены методики синтеза новых пивалатных соединений Fe^{3+} и Eu^{3+} в сочетании с молекулами 1,10-фенантролина (phen) $[\text{Fe}_3\text{Eu}_2(\text{O})(\text{OH})_2(\text{Piv})_{11}(\text{HPiv})(1,10\text{-phen})]$ (1) и $[\text{Fe}_6\text{Eu}_2\text{K}_2(\text{O})_4(\text{OH})_3(\text{Piv})_{15}]$ (2) (см. рис.). Строение выделенных соединений охарактеризовано методом РСА. В пентаядерном молекулярном комплексе металлоостов включает три иона Fe^{III} и два иона Eu^{III} , связанных между собой оксо-, гидроксо- и карбоксилатными группами, молекула 1,10-фенантролина хелатно связана с атомом железа (III). В отличие от 1 комплекс 2 является полимерным: каждый структурный фрагмент, включающий 6 атомов Fe^{+3} и 2 атома Eu^{+2} , сшивается через терминальные атомы калия в единую полимерную цепь.



Молекулярные структуры комплексов 1 и 2

Для выделенных соединений исследованы магнитные свойства. Показано, что между ионами железа (III) и европия (III) реализуются обменные вза-

имодействия антиферромагнитного типа. Термическая стабильность соединений определена методом синхронного термического анализа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ ОКИСЛЕНИЮ НА ВОЗДУХЕ НИКЕЛЕВЫХ И НИКЕЛЬ-КОБАЛЬТОВЫХ СПЛАВОВ

Мураховский В.Э.¹, Белошاپка С.О.¹
11 класс

Руководитель работы: Шаипов Р.Х.²

¹ ГБОУ Школа № 171, 119270, Москва, 2-я Фрунзенская улица, д. 7А. *semen.beloshapka@gmail.com*

² МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, химический факультет. *shaipov-ramil@mail.ru*

Для разработки новых никель-кобальтовых дисперсионно-упрочнённых сплавов важное значение имеет взаимное влияние легирующих компонентов на окислительную устойчивость сплавов на воздухе при высоких температурах. Высокотемпературная коррозионная стойкость (жаростойкость) многокомпонентных сплавов на основе никеля и кобальта в существенной степени определяется природой оксидных плёнок, формирующихся на их поверхности.

Целью настоящей работы является изучение зависимости устойчивости к высокотемпературному окислению на воздухе легированных никелевых и никель-кобальтовых сплавов от их состава.

Для определения устойчивости сплавов к высокотемпературному окислению на воздухе были синтезированы однофазные сплавы. Полученные сплавы гомогенизировали при температуре 1200 К в течение 24 часов в вакуумированных ампулах, а затем подвергли окислению на воздухе при температуре 1200 К в течение 24 часов. Сплавы до и после окисления исследовали методами растровой электронной микроскопии и электронно-зондового микроанализа на приборе «LEO EVO 50 XVP» (Carl Zeiss), оснащённом энергодисперсионным анализатором «Inca Energy 450» (Oxford Instruments), а также методом рентгенофазового анализа на автодифрактометре «STOE STADI P» и дифрактометре «ДРОН-4» [1].

Полученные данные показывают, что чистый никель при окислении даёт увеличение массы, а при окислении сплава с добавлением хрома наблюдается небольшая потеря массы образца. Исследование окисленного слоя данного сплава указало на существование в нём NiO. В самом сплаве наблюдается внутреннее окисление. Полученные результаты соответствуют приведённым в литературе данным [2]. Из данных ЭЗМА и РФА двухкомпонентной системы Co-Ni видно, что толщина окисленной зоны уменьшается с увеличением концентрации никеля. Окисленная зона сплавов системы Co-Ni состоит из

двух слоев состава $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{O}$: внешний слой обогащен кобальтом, а внутренний — никелем. Такая же закономерность характерна для трехкомпонентных сплавов, с той лишь разницей, что легирование танталом приводит к увеличению толщины окисленной зоны. В трехкомпонентных системах окисленная зона состоит из трех слоев: внешнего оксидного слоя состава $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{O}$, внутреннего оксидного двухфазного слоя $\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{O} + \text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Ta}_2\text{O}_6$ и слоя внутреннего окисления, состоящего из двух фаз — $g_{\text{Co,Ni}}$ -матрицы и дисперсных частиц Ta_2O_5 .

Ссылки

1. Shaipov R.K., Kerimov E.Yu, Slyusarenko E.M. Isothermal sections of the Co-Ni-Ta phase diagram at 1200 and 1375 K / Journal of Alloys and Compounds, Elsevier BV (Netherlands), V. 701, P. 262–278.
2. Кофстад П. Высокотемпературное окисление металлов/ Пер. с англ. Петелиной Г.С. и Троянова С.И., под ред. д-ра техн. наук О.П. Колчина. — М.: Мир, 1969. — 392 с.

СИНТЕЗ И СТРОЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ 3D-МЕТАЛЛОВ (Cu^{II} , Co^{II} , Mn^{II}) С АНИОНАМИ АЛЛИЛ- И ЦИННАМИЛИДЕНМАЛОНОВОЙ КИСЛОТ И МОСТИКОВЫМИ N-ДОНОРНЫМИ ЛИГАНДАМИ

Новикова В.А.^{1,2}, Зорина-Тихонова Е.Н.²,
Вологжанина А.В.³, Еременко И.Л.^{2,3}
11 класс

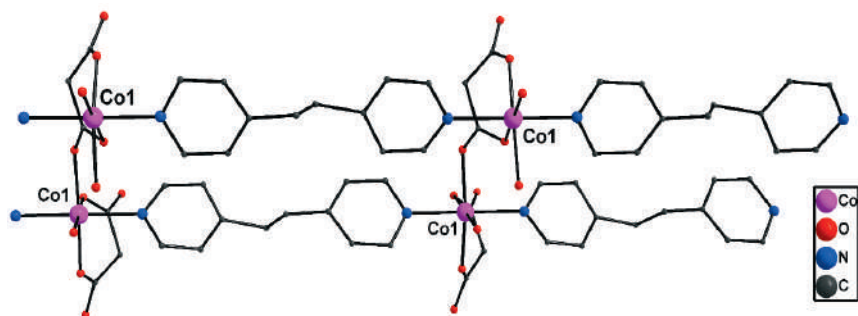
Руководитель работы: Зорина-Тихонова Е.Н.²

- ¹ ГБОУ Школа на Юго-Востоке имени маршала В.И. Чуйкова, 109457 Москва, Зеленодольская улица, дом 32, корпус 6.
veronikanovikova02@mail.ru
- ² ИОНХ РАН, 119991 Москва, Ленинский просп., 31.
kamphor@mail.ru
- ³ ИНЭОС РАН, 119991, Москва, ул. Вавилова, 28.

Интерес к координационным полимерам с лигандами, содержащими связи $\text{C}=\text{C}$, вызван способностью данных соединений вступать в реакцию твёрдофазного [2+2]-фотоциклоприсоединения. Условиями протекания таких реакций является параллельное расположение связей $\text{C}=\text{C}$ при расстоянии между ними не более 4.2 Å. Изучение фотохимических реакций важно с точки зрения изучения таких природных явлений как фотосинтез и фототаксис, и, кроме того, позволяет получать материалы для систем оптической записи и хранения информации.

Методом медленного смешения растворов были получены координационные полимеры марганца(II) и меди(II) с анионами аллилмалоновой кислоты (Amal) и 1,2-бис-(4-пиридил)этиленом (bpe) $[\text{Mn}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{Amal})_2(\text{bpe})]_n$ (1) и $[\text{Cu}(\text{Amal})(\text{bpe})] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2), а также соединение кобальта(II) с анионами циннамиденмалоновой кислоты (CinAm) и 1,2-бис-(4-пиридил)этаном (bra) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{bra})(\text{CynAm})]_n$ (3). Строение соединений было установлено с помощью метода рентгеноструктурного анализа. Было показано, что соединения меди(II) и кобальта(II) являются 2D-координационными полимерами, а марганца(II) — 3D-координационным полимером.

Анализ взаимного расположения двойных связей в кристаллах полимеров показал, что соединение 1 перспективно для дальнейшего изучения реакции [2+2]-фотоциклоприсоединения.



Фрагмент соединения $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{bra})(\text{CynAm})]_3$ (3) по данным РСА (заместители в анионах кислоты и атомы водорода не показаны)

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ
«Положение биогенных химических элементов
в Периодической системе химических элементов
Д.И. Менделеева»
ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Падучин А.¹, Исбендиярова С.¹
9, 10 классы

Научные руководители: Туев В.В.², Шадрова О.И.¹
Научный консультант проекта:
к.ф.н., доцент Евграфов А.А.³

- ¹ ГБОУ Школа № 1583 имени К.А. Керимова, 125493 Москва, Смольная ул., 25. *o.shadrova@yandex.ru*
- ² ООО ЕРАМ Systems, 115404 Москва, 9-я Радиальная ул., 2.
- ³ Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 119121 Москва, ул. Плющиха, 57.

Цель: создание наглядного интерактивного пособия, содержащего информацию о биологической роли химических элементов в виде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева в ходе изучения реального технологического процесса разработки и публикации web-приложений.

Задачи:

1. Изучить биологическую роль некоторых s, p, d элементов, используя литературные источники.
2. Разработать web-приложение на языке Javascript в виде Периодической системы химических элементов.

3. Систематизировать информацию о 10 биогенных химических элементах и внести ее в интерактивную Периодическую систему химических элементов.

В этой работе использовались современные web-технологии для получения и систематизации знаний о биологической роли химических элементов, знакомства с путями их обмена в живом организме, определения содержания элементов в различных объектах природы, профилактики заболеваний, связанных с нарушением минерального обмена. Была проведена работа по подготовке контента и создано web-приложение, доставляющее эту информацию широкому кругу пользователей вне зависимости от технических ограничений различных платформ. Мы создали web-приложение и разместили на портале гитхаб (GitHub.com), который в настоящее время принадлежит фирме Microsoft. Это портал является удобным бесплатным местом, где программисты размещают файлы своих программ. Большинство технологических компаний всего мира используют GitHub.com в своем рабочем процессе для коллективной разработки программных продуктов и хранения контента. Адрес: <https://alexanderpaduchin.github.io/biogenic/>



Сделали доступной для всех желающих информацию о 7 биогенных химических элементах, разместив ее в web-приложении.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОРТОТАНТАЛАТА И ОРТОНИОБАТА ЕВРОПИЯ

Петровичев А.В.¹
11 класс

Руководитель работы: Рюмин М.А.²

- ¹ ГБОУ Школа № 1553 имени В. И. Вернадского, 115114
Москва, ул. Дербеневская, д. 13. *nadonskoy@gmail.com*
- ² ИОНХ РАН, 119991 Москва, Ленинский проспект, 31.
info@igic.ras.ru

В настоящее время большое внимание уделяется созданию оксидных материалов, обладающих сегнетоэлектрическими, пьезоэлектрическими, нелинейными оптическими свойствами; материалов, являющихся люминофорами, и тд. К таким материалам и их компонентам относятся ниобаты и танталаты, редкоземельных элементов. [1,2] Диоксид циркония находит применение как компонент термозащитных покрытий. Чтобы использовать его в виде материала, необходимо стабилизировать тетрагональную модификацию, в более ранних исследованиях такую стабилизацию проводили оксидами РЗЭ (Y, La-Lu). Однако в последнее время состав стабилизирующих добавок усложняется. Одним из перспективных направлений является стабилизация танталатами РЗЭ [3]. В связи с этим настоящая работа, посвященная синтезу

однофазных образцов ортониобата и ортотанталата европия, а также стабилизации диоксида циркония ниобатом и танталатом Европия представляется актуальным.

В работе выполнен синтез ортотанталата и ортониобата Европия различными методами (твердофазный, осаждения из раствора и синтез в расплаве солей). Анализ получаемых продуктов реакции проводился методом РФА. Выявлены температуры начала взаимодействия между компонентами смеси исходных веществ и получения однофазного продукта. Используя метод осаждения из раствора, можно добиться снижения температуры синтеза более чем на 400 °С. Использование расплава сульфатов щелочных металлов не приводит к получению одного продукта реакции. Рассчитанные кристаллографические параметры однофазных ортониобата европия и ортотанталата европия показывают хорошее сходство с литературными значениями. Стабилизацию диоксида циркония проводили методом обратного осаждения. Определено уменьшение количества моноклинной фазы диоксида циркония с ростом содержания танталата и ниобата европия. Помимо этого, при температуре 1500 °С происходит образование танталатов европия различного состава, количество которых также растёт.

Литература

1. Forbes T.Z., Nyman M., Rodriguez M.A., Navrotsky A. The Energetics of Lanthanum Tantalate Materials // J. Solid. State Chem. 2010. V. 183. P. 2516–2521.

2. Wang J., Chong X.Y., Zhou R., Feng J. Microstructure and Thermal Properties of $RETaO_4$ (RE = Nd, Eu, Gd, Dy, Er, Yb, Lu) as Promising Thermal Barrier Coating Materials // *Scr. Mater.* 2017. V. 126. P. 24-28.
3. Maren Lepple, Kristina Lilova, Carlos G. Levi, Alexandra Navrotsky. Enthalpies of formation of the solid solutions of $Zr_xY_{0.5-x}/2Ta_{0.5-x}/2O_2$ ($0 \leq x \leq 0.2$ and $0.65 \leq x \leq 1$) // *J. mater. res.* 2019. V 34. P 3343-3350.

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ
 $Na_3GD(PO_4)_2-Na_3GD(VO_4)_2$.**

Пикулин И.С.¹

11 класс

Руководитель работы: Рюмин М.А.².

¹ ГБОУ школа № 1553 имени В. И. Вернадского, 115114 Москва, ул. Дербеневская, д. 13. nadonskoy@gmail.com

² ИОНХ РАН, 119991 Москва, Ленинский проспект, 31. info@igic.ras.ru

В последние десятилетия создание новых материалов основывалось на синтезе сложных соединений с различными комбинациями катионов щелочного металла и РЗЭ [1]. Логическим развитием исследований в области химии этих соединений является созда-

ние соединений с различными анионами [2]. Одним из типов таких соединений могут служить фосфато-ванадаты щелочных и редкоземельных элементов. Сочетание фосфатных и ванадатных группировок должно привести к получению новых перспективных материалов с заданными свойствами [3]. Таким образом, работа, посвященная исследованию взаимоотношений в бинарной системе $\text{Na}_3\text{Gd}(\text{PO}_4)_2\text{--Na}_3\text{Gd}(\text{VO}_4)_2$, представляется актуальной.

В работе осуществлен синтез образцов системы $\text{Na}_3\text{Gd}(\text{PO}_4)_2\text{--Na}_3\text{Gd}(\text{VO}_4)_2$ двумя методами. Твердофазным методом синтеза и методом «золь-гель» получены образцы состава $\text{Na}_3\text{Gd}(\text{PO}_4)_x(\text{VO}_4)_{2-x}$ ($x = 0, 0.3, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2$ для твердофазного метода; $x = 0, 0.3, 0.4, 0.8, 1, 1.7, 1.9, 2$ для метода «золь-гель»). Найдены концентрационные области устойчивости твердых растворов, имеющих структуру двойного ортофосфата и структуру двойного ортованадата; показано, что структура двойного ортофосфата устойчива в более широкой области концентраций ($x \geq 0.4$). Рассчитаны кристаллографические параметры образцов; отмечено общее увеличение параметров с ростом содержания ванадата в системе и резкое увеличение одного из параметров в 2 раза при переходе к структуре двойного ортованадата. Изучены термические свойства образцов, показано увеличение температур плавления и фазовых переходов с ростом содержания фосфата в системе.

Ссылки

1. Комиссарова Л. Н., Жижин М.Г., А. А. Филарето. Сложные фосфаты одно- и трехвалентных катионов. // Успехи химии. 2002. Т. 71. № 8. С. 707–737.
2. S.Asiri Naidu et. all. Eu^{3+} and Tb^{3+} Emission in Molybdenophosphate $\text{Na}_2\text{Y}(\text{MoO}_4)(\text{PO}_4)$ // Journal Of electrochemical Society. 2012. Vol. 159. P. J122–J126.
3. Кириченко А.Н., Бессонов С.Н., Юрченко В.И., Бобылев А.П., Комиссарова Л.Н. Фазовые соотношения в системах $\text{K}_3\text{Ln}(\text{PO}_4)_2\text{--K}_3\text{Ln}(\text{VO}_4)_2$ ($\text{Ln}=\text{La, Gd}$) // Неорган. материалы. 1999. Т. 35. № 7. С. 877–881.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ФОСФАТОВ ЦЕРИЯ (IV)

Родина Л.С.¹, Двирняк А.В.¹
10 класс

Руководитель работы: Шекунова Т.О.²

- ¹ ГБОУ Школа № 1568 имени Пабло Неруды, Москва, пр-д Шокальского, д. 7, корп. 2. *olba25@yandex.ru*
- ² ИОНХ РАН, 119991 Москва, Ленинский проспект, 31. *info@igic.ras.ru*

Фосфаты церия (IV) в отличие от фосфатов церия (III) — монацита и рабдофана — исследованы в гораздо меньшей степени, как с фундаментальной

точки зрения, так и в плане практического применения. При этом они, согласно немногочисленным литературным данным, могут быть эффективными сорбентами, люминофорами, и даже компонентами солнцезащитных средств [1].

В данной работе мы в первую очередь синтезировали нанокристаллический диоксид церия, с помощью которого в дальнейшем получали церийсодержащий фосфорнокислый раствор путем растворения нанодисперсного CeO_2 в ортофосфорной кислоте при нагревании. При добавлении воды к полученному раствору наблюдали его гелирование. Гель либо очищали диализом от избытка ортофосфорной кислоты, либо подвергали гидротермальной обработке. В первом случае получали рентгеноаморфный продукт, во втором — кристаллический ортофосфат церия (IV) состава $\text{Ce}(\text{PO}_4)(\text{HPO}_4)_{0.5}(\text{H}_2\text{O})_{0.5}$ [2]. В настоящее время мы проводим исследования, направленные на оценку перспективности применения полученных продуктов в составе солнцезащитной косметики — анализ токсичности и определение солнцезащитного фактора.

Было показано, что добавление Tb_4O_7 на стадии приготовления церийсодержащего фосфорнокислого раствора не влияет на последующий процесс гелирования, а получаемые аморфный и кристаллический продукты не обладают люминесцентными свойствами. Однако их отжиг при температурах свыше 700° приводит к формированию продуктов, люминесцирующих зеленым светом при облучении длиной волны 254 нм. По всей видимости, это связано с тем, что при таких температу-

рах начинает образовываться Се (III). Возникновение люминесцентных свойств у допированных фосфатов церия (IV) при изменении температуры окружающей среды позволяет рассматривать полученные продукты в качестве перспективных термодатчиков.

Ссылки

1. T. Sato, S. Yin. Morphology control of cerium phosphates for UV-shielding application // Phosphorous Research Bulletin, 2010, 24, 43–48.
2. M. Nazaraly, C. Chaneac, F. Ribot, G. Wallez, M. Quarton, J.-P. Jolivet. A new story in the structural chemistry of cerium (IV) phosphate // J. Phys. Chem. Solids, 2007, V. 68, P. 795–798.

РАЗРАБОТКА АНАЛОГА КСЕРОФОРМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ CeO_2

Сайгин Д.И.¹, Лскавян Д.Н.¹

10 класс

Руководитель работы: Шекунова Т.О.²

¹ ГБОУ Школа № 1568 имени Пабло Неруды, Москва, пр-д Шокальского, д. 7, корп. 2. olba25@yandex.ru

² ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, 31.
info@igic.ras.ru

Мази и крема с древних времен использовались человеком в лечебных целях. В настоящее время боль-

шой популярностью пользуется мазь Вишневского, которую применяют для лечения инфицированных ран, фурункулов, ожогов и пролежней, а также многих других кожных заболеваний [1–2]. Однако у нее есть несколько недостатков: она имеет неприятный запах, а также, как было выяснено иностранными исследователями, увеличивает риск развития рака кожи, гематологических и других заболеваний. Аналогов мази Вишневского, способных ее заменить полностью, по нашим данным, пока что не существует. Поэтому поиск альтернативы этой мази является актуальной современной задачей. Основным компонентом мази Вишневского является 2,4,6-трибромфенолят висмута — ксероформ. В данной работе мы решили синтезировать аналог ксероформа — соединение на основе нанокристаллического диоксида церия. Нанодисперсный CeO_2 характеризуется смешанной степенью окисления, кислородной нестехиометрией и нетоксичностью [3]. Положительное действие нанокристаллического диоксида церия на биологические системы уже было отражено во многих статьях: в частности, присутствие наночастиц диоксида церия в значительной степени предотвращает гибель клеток, увеличивает длительность жизни нейронов [4–5].

В ходе работы были получены несколько продуктов по методике, схожей с методикой синтеза ксероформа: в роли исходных веществ выступали либо нитрат церия(III), либо нанокристаллический CeO_2 , синтезированный термогидролизом $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$. Методом рентгенофазового анализа было показано,

что полученные продукты содержат нанокристаллический диоксид церия, а методом ИК-спектроскопии было выявлено наличие трибромфенола. Один из образцов представлял особый интерес, поскольку он был получен в виде сетчатой пленки. По данным растровой электронной микроскопии он состоит, по всей видимости, из органических полимерных волокон, на которые сорбированы наночастицы CeO_2 . Дальнейшее исследование синтезированных веществ будет продолжено, в том числе будет проанализирована их токсичность по отношению к клеткам.

Ссылки

1. Мазь Вишневского и ихтиол: о перспективах применения в военной медицине и других областях [Электронный ресурс] URL: www.bmj.com/content/318/7198/1600/rr/763323.
2. Ex Tempore: Вишневского линимент [Электронный ресурс] URL: <https://fp.com.ua/articles/ex-tempore-liniment-vishnevskogo/>
3. Что такое оксид церия? Для чего он нужен? [Электронный ресурс] URL: <https://zm-tools.ru/stati/raskhodnye-materialy-oksid-tseriya/chto-takoe-oksid-ceriya/>
4. Нанокристаллический диоксид церия — перспективный материал для биомедицинского применения [Электронный ресурс] URL: <https://zm-tools.ru/stati/raskhodnye-materialy-oksid-tseriya/chto-takoe-oksid-ceriya/>
5. Церий — горная энциклопедия [Электронный ресурс] URL: <http://www.mining-enc.ru/c/cerij/>

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО РАЗЛИЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ И ИХ ОКСИДАМИ

Тихонова В.¹, Подосинникова К.¹
9 класс

Руководители работы: м.н.с Иванов А.В.², Кусайло Г.Г.¹

- ¹ ФГКОУ МКК Пансион воспитанниц МО РФ, 125284 Москва, ул. Поликарпова, д. 21. *bliznetcovagala@mail.ru*
- ² МГУ имени М.В. Ломоносова, 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, химический факультет.

На современном этапе развития науки и техники особое значение приобретают исследования, направленные на создание новых материалов, обладающих заданными функциональными свойствами. Одним из материалов XX–XXI века является пенографит или терморасширенный графит (ТРГ). Широкое распространение ТРГ получил как основа для получения уплотнительных материалов. Однако, для расширения областей применения ТРГ необходимо придать ему новые свойства, что можно достичь путём получения композита, содержащего ТРГ и соединения различных металлов.

Таким образом, целью работы было получить ТРГ, модифицированный соединениями серебра, меди и железа, и исследовать его физико-химические свойства.

Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить задачи, включающие получение ТРГ на основе бисульфата графита; изготовление таблеток из ТРГ путем его прессования; пропитка таблеток в растворах различных солей (нитрата серебра (I), меди (II), кобальта (II), никеля (II), магния (II) и хлориде железа (III)); термообработка пропитанных таблеток для разложения солей металлов и исследование физико-химических свойств полученных материалов.

В ходе работы были проведены следующие этапы: получение бисульфата графита I ступени путём взаимодействия природного чешуйчатого графита с серной кислотой в присутствии бихромата калия, далее был проведён гидролиз полученного бисульфата графита с образованием нестехиометрического аддукта — окисленного графита. Вспенивание окисленного графита с образованием ТРГ осуществлялось в муфельной печи при 600 °С и 800 °С. Насыпная плотность и выход твердого продукта, полученного при 600 °С, была больше, чем у полученного при 800 °С.

Далее таблетки, изготовленные из ТРГ, пропитывались в растворах различных солей (AgNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, FeCl_3). Пропитка таблеток из ТРГ в водных растворах солей металлов приводит к впитыванию этих растворов и увеличению массы таблетки.

На последнем этапе проводилась термообработка пропитанных таблеток при температуре 900 °С, которая сопровождалась разложением AgNO_3 до Ag^0 , а $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ до CuO . Модификация ТРГ серебром может

придать ему новые каталитические свойства. Оксид меди может быть восстановлен до Cu^0 , что приведет к увеличению теплопроводности материала.

При термообработке таблеток, пропитанных в смешанных растворах солей FeCl_3 и $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, оксиды, образующиеся при их разложении (Fe_2O_3 и MeO , $\text{Me} = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Mg}$), взаимодействовали с образованием ферритов: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MeO} \rightarrow \text{MeFe}_2\text{O}_4$. ТРГ, содержащий ферриты кобальта, никеля и магния, обладает магнитными свойствами.

Таким образом, модификация ТРГ соединениями различных металлов изменяет его свойства и позволяет расширить области применения данного материала, что позволит использовать его в различных областях промышленности: в машиностроении, нефтехимии, тепловой и ядерной энергетике, авиационной, космической и оборонной промышленности.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ ОТ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Уциева А.Х.¹
10 класс

Руководитель работы: Канатьева А.Ю.^{1,2}

- ¹ ГБОУ Школа № 1532, 117465 Москва, ул. Профсоюзная, д. 156, к. 6. *aptihamid@mail.ru*
- ² ИНХС РАН, 119991 Москва, Ленинский пр-т, 29. *kanatieva@ips.ac.ru*

Постоянно растущие требования к качеству питьевых вод, к чистоте промышленных и бытовых стоков, а также периодически возникающие чрезвычайные ситуации, связанные с разливами нефти и нефтепродуктов, требуют постоянного поиска новых сорбентов для очистки сточных, питьевых и природных вод от различных углеводородов. Традиционно при очистке вод различной природы используют активированные угли [1]. Несмотря на достоинства этих материалов, их применение для наиболее полной очистки воды от жидких углеводородов ограничено необходимостью создания достаточно большой высоты слоя фильтрации. Наиболее эффективно угольные сорбенты используют в системах очистки при больших объемных скоростях воды в системах с большой площадью и высотой сорбционного слоя — и при этом при отно-

сительно невысоких требованиях к очищенной воде. Существуют, также, работы посвященные исследованию в качестве сорбентов различных природных глин типа монмориллонита, а также цеолитов и цеолит-содержащих материалов [2]. При общих неплохих сорбционных характеристиках упомянутые гранулированные сорбенты не слишком удобны при размещении их в аппаратах систем очистки, а также при ликвидации разливов нефтепродуктов в открытых водоемах.

В связи с этим целью настоящей работы было создание слоистого композиционного материала на основе волокон целлюлозы и углеграфитового войлока «Карбопон В-22» с использованием оксида алюминия в качестве наполнителя для очистки вод различной природы от жидких углеводородов. Приготовленные сорбенты были исследованы на модельных водах, полученных внесением н-октана в количестве 1% (масс.) в питьевую (городской водопровод) и природную (р. Малая Сосенка) воду. Содержание н-октана в воде до и после очистки контролировали хроматографическим методом, для чего проводили жидкость-жидкостную экстракцию органических соединений (н-октана) гексаном с одновременным концентрированием при соотношении объемов воды и гексана 10:1. Полученный гексановый экстракт анализировали с использованием газового хроматографа Shimadzu GC-2010 с детектором ПИД. Правильность определения оценивали методом «введено-найдено». Наилучшие результаты были получены с использованием системы углеграфитовый войлок — оксид алюминия. Дальнейшая работа будет направлена

на изучение сорбции органических красителей и ионов металлов с помощью приготовленного материала.

Ссылки

1. Sobgaida N.A., Olshanskaya L.N., Nikitina I.V. Fiber and carbon materials for removing oil products from effluent // Chemical and Petroleum Engineering. 2008. V. 44. P. 41–44.
2. Везенцев А.И., Нгуен Хоай Тьяу, Соколовский П.В., Буханов В.Д., Милютин В.В., Конькова Т.В., Алехина М.Б. Композиционный сорбент на основе минерального и растительного сырья // Сорбционные и хроматографические процессы, 2015. Т. 15, № 1. С. 127–133.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОКСИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОЛОВА

Чернышев В.А.¹, Приходченко П.В.²
10 класс

Руководитель работы: д.х.н. Приходченко П.В.²

¹ ГБОУ Школа № 1553 имени В.И. Вернадского, 115114 Москва, ул. Дербеневская, д. 13. *vasilych2003@gmail.com*

² ИОНХ РАН, 119991, Москва, Ленинский проспект, 31. *prikhman@gmail.com*

Пероксидные соединения успешно применяются в качестве исходных для получения функциональ-

ных материалов [1–3]. Пероксидные соединения олова позволяют получить наноматериалы на основе соединений олова [4]. Целью данной работы является получение наноматериалов на основе диоксида олова для применения в качестве активных компонентов газовых сенсоров, сопротивление которых изменяется в присутствии определяемого газа в воздушной смеси. В качестве исходного соединения предлагается использовать сферические частицы пероксостанната натрия [5]. Осаждение частиц пероксостанната натрия проводили из пероксидного раствора станната натрия с различным содержанием пероксида водорода (3% масс., 7% масс., 13% масс.). Для получения частиц диоксида олова выбрали образец пероксостанната, полученного из раствора с содержанием пероксида водорода 7% масс. (Na_2SnOO_x). Разложение пероксида осуществляли кипячением в диметилформамиде в течение 5 часов (Na_2SnO_x). Морфологию, состав и свойства выделенных продуктов исследовали методами электронной микроскопии, перманганатометрического титрования, порошковой диффракции, ИК-спектроскопии.

Полученный станнат натрия (Na_2SnO_x -153) обрабатывали различными кислотами для удаления ионов натрия. Таким образом, получены образцы сферических частиц оксида олова(IV) (SnO_2), чувствительность которых планируется исследовать к различным газам в воздушной среде.

ССЫЛКИ

1. Mikhaylov A. A., Medvedev A. G., Grishanov D. A., Sladkevich S., Xu Z. J., Sakharov K. A., Prikhodchenko P. V., Lev O. Doubly Coated, Organic–Inorganic Paraffin Phase Change Materials: Zinc Oxide Coating of Hermetically Encapsulated Paraffins. *Advanced materials Interfaces* 2019. V. 6, 1900368.
2. Mikhaylov A.A., Medvedev A. G., Mason C. W., Nagasubramanian A., Madhavi S., Batabyal S. K., Zhang Q., Gun J., Prikhodchenko P. V., Lev O. Graphene oxide supported sodium stannate lithium ion battery anodes by the peroxide route: low temperature and no waste processing. *Journal of Materials Chemistry A* 2015. V. 3, 20681–20689.
3. Grishanov D. A., Mikhaylov A. A., Medvedev A. G., Gun J., Prikhodchenko P. V., Xu Z. J., Nagasubramanian A., Srinivasan M., Lev O. Graphene oxide-supported β -tin telluride composite for sodium- and lithium-ion battery anodes. *Energy Technology* 2017. V.6, 1, 127–133.
4. Prikhodchenko P. V., Yu D. Y. W., Batabyal S. K., Uvarov V., Gun J., Sladkevich S., Mikhaylov A. A., Medvedev A. G., Lev. O. Nanocrystalline tin disulfide coating of reduced graphene oxide produced by the peroxostannate deposition route for sodium ion battery anodes. *Dalton Transactions* 2014. V. 2, 8431–8437.
5. Mikhaylov A. A., Medvedev A. G., Tripol'skaya T. A., Popov V. S., Mokrushin A. S., Krut'ko D. P., Prikhodchenko P. V., Lev O. H_2O_2 induced formation of graded composition sodium-doped tin dioxide and template-free synthesis of yolk-shell SnO_2 particles and their sensing application. *Dalton Transactions* 2017. V. 46, 16171–16179.

